

This Page Is Inserted by IFW Operations  
and is not a part of the Official Record

## **BEST AVAILABLE IMAGES**

Defective images within this document are accurate representations of the original documents submitted by the applicant.

Defects in the images may include (but are not limited to):

- BLACK BORDERS
- TEXT CUT OFF AT TOP, BOTTOM OR SIDES
- FADED TEXT
- ILLEGIBLE TEXT
- SKEWED/SLANTED IMAGES
- COLORED PHOTOS
- BLACK OR VERY BLACK AND WHITE DARK PHOTOS
- GRAY SCALE DOCUMENTS

**IMAGES ARE BEST AVAILABLE COPY.**

**As rescanning documents *will not* correct images,  
please do not report the images to the  
Image Problem Mailbox.**

CLIPPEDIMAGE= JP406268463A  
PUB-NO: JP406268463A  
DOCUMENT-IDENTIFIER: JP 06268463 A  
TITLE: SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND MANUFACTURE THEREFOR  
PUBN-DATE: September 22, 1994  
INVENTOR-INFORMATION:  
NAME  
HIRABAYASHI, KEIJI  
INT-CL\_(IPC): H03H003/08; H01L021/20 ; H03H009/25  
  
US-CL-CURRENT: 29/25.35

ABSTRACT:

PURPOSE: To provide a surface acoustic wave element for the device and circuit for a GHz band without the need of the grinding process of a diamond film by manufacturing the surface acoustic wave element for which a piezoelectric body is formed on a diamond crystal film for which a planar diamond crystal is grown and combined.

CONSTITUTION: The planar diamond crystal 22 is formed on the upper surface of a base 21. In the planar diamond crystal 22, the value of the ratio  $(h)/L$  of a height  $(h)$  in a direction vertical to a base surface and a horizontal width  $L$  in the direction parallel to the base surface is equal to or less than  $1/4$ . Generally, it is equal to or less than  $1/4.5$  or  $1/5-1/1000$ . Also, the orientation property of the crystal is  $[111]$  surface, an angle  $\theta$  formed by the surface and the base surface 21a is 0-10 degrees and a crystal upper surface 22a is practically a crystal layer parallel to the base surface 21a in a form where the planar diamond crystal 22 is combined. Such surface acoustic wave element does not require the grinding process of the diamond film and is provided with improved characteristics for the device and circuit of high frequencies, especially the GHz band, for which a surface propagation speed is fast.

COPYRIGHT: (C)1994,JPO&Japio

TTL:

SURFACE ACOUSTIC WAVE ELEMENT AND MANUFACTURE THEREFOR

CCXR:

29/25.35

FPAR:

PURPOSE: To provide a surface acoustic wave element for the device and circuit for a GHz band without the need of the grinding process of a diamond film by manufacturing the surface acoustic wave element for which a piezoelectric body is formed on a diamond crystal film for which a planar diamond crystal is grown and combined.

FPAR:

CONSTITUTION: The planar diamond crystal 22 is formed on the upper surface of a base 21. In the planar diamond crystal 22, the value of the ratio  $(h)/L$  of a height  $(h)$  in a direction vertical to a base surface and a horizontal width  $L$  in the direction parallel to the base surface is equal to or less than  $1/4$ . Generally, it is equal to or less than  $1/4.5$  or  $1/5-1/1000$ . Also, the orientation property of the crystal is  $[111]$  surface, an angle  $\theta$ ; formed by the surface and the base surface 21a is  $0-10$  degrees and a crystal upper surface 22a is practically a crystal layer parallel to the base surface 21a in a form where the planer diamond crystal 22 is combined. Such surface acoustic wave element does not require the grinding process of the diamond film and is provided with improved characteristics for the device and circuit of high frequencies, especially the GHz band, for which a surface propagation speed is fast.

(19)日本国特許庁(JP)

(12)公開特許公報(A)

(11)特許出願公開番号

特開平6-268463

(43)公開日 平成6年(1994)9月22日

(51)Int.Cl. <sup>4</sup>	識別 <sup>5</sup> 号	庁内整理番号	F I	技術表示箇所
H 0 3 H 3/08		7259-5 J		
H 0 1 L 21/20		8122-4 M		
H 0 3 H 9/25	C	7259-5 J		

審査請求 未請求 請求項の数 4 O L (全 7 頁)

(21)出願番号 特願平5-49520

(22)出願日 平成5年(1993)3月10日

(71)出願人 000001007

キヤノン株式会社

東京都大田区下丸子3丁目30番2号

(72)発明者 平林 敬二

東京都大田区下丸子3丁目30番2号 キヤ  
ノン株式会社内

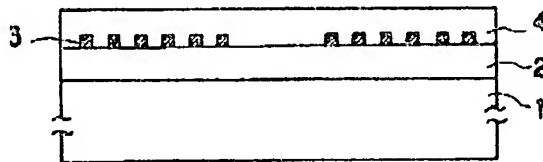
(74)代理人 弁理士 若林 忠

(54)【発明の名称】 表面弾性波素子及びその製造法

(57)【要約】

【構成】 ダイヤモンド結晶形成時の基体温度を400～900℃とすることによって結晶の配向性を{111}面配向性とし、選択堆積法等によって結晶核の発生密度を制御しながら、CVD法、燃焼炎法などの方法を用いて平板ダイヤモンド結晶を形成し、その結晶を成長、合体および膜状成長させることによって、ダイヤモンド多結晶膜とし、その結晶膜上に酸化亜鉛圧電層を形成して表面弾性波素子を製造する。

【効果】 ダイヤモンド結晶層を研磨する工程を必要とせず、良好な表面伝搬速度を有する、高周波用、特にGHz帯の装置・回路用に優れた特性を有する表面弾性波素子を得ることができる。



## 【特許請求の範囲】

【請求項1】 ダイヤモンド結晶層上に圧電体として酸化亜鉛を有する表面弾性波素子において、ダイヤモンド結晶層が、少なくとも形成初期に（a）基体面に垂直な方向の長さの基体面に平行な方向の長さに対する比の値が $1/4$ ないし $1/1000$ であり（b）結晶上面が該基体面と $0$ ないし $10$ 度の角度をなして実質的に該基体面に平行である平板ダイヤモンド結晶の合体した形態の結晶層であることを特徴とする表面弾性波素子。

【請求項2】 （1）選択堆積法によって結晶析出位置および結晶密度を制御し、（2）基体温度を $400^{\circ}\text{C}$ ないし $900^{\circ}\text{C}$ としながら、気相合成法によって該基体の所定の位置に平板ダイヤモンド結晶を形成し、（3）該平板ダイヤモンド結晶を成長合体および膜状成長させてダイヤモンド結晶膜とし、（4）該結晶膜上に圧電体層を形成する、請求項1に記載の表面弾性波素子の製造法。

【請求項3】 結晶形成密度を $2 \times 10^6$ 個/ $\text{mm}^2$ 以下とし、気相合成法をCVD法とし、該合成法における原料ガスの炭素濃度を $10\%$ 以下および単位量当りの炭素原子数の炭素原子数に対する比の値を $0.5$ ないし $1.2$ とする、請求項2に記載の表面弾性波素子製造法。

【請求項4】 結晶形成密度を $1 \times 10^6$ 個/ $\text{mm}^2$ 以下とし、気相合成法を燃焼法とし、該合成法における原料ガス中の酸素ガス/アセチレンの値を $0.9$ ないし $1.0$ とする、請求項2に記載の表面弾性波素子製造法。

## 【発明の詳細な説明】

## 【0001】

【産業上の利用分野】本発明は、高周波フィルターとして用いられる表面弾性波素子、特に、ダイヤモンド結晶上に圧電体層が形成された表面弾性波素子に関する。

## 【0002】

【従来の技術】ダイヤモンドは、常温で物質中最大の熱伝導率〔 $2000\text{W}/(\text{m} \cdot \text{K})$ 〕を有し、高い絶縁性（ $10^{16}\Omega \cdot \text{cm}$ 以上）を示すなど、他の材料では得られない種々の特性を有していることから最近注目されている。さらに、ダイヤモンド結晶は $18000\text{m}/\text{sec}$ と非常に大きい音速を有している、このため、この高音速特性を利用した表面弾性波素子の研究開発が進められている。例えば、第6回ダイヤモンドシンポジウム（平成4年11月26～27日）講演予稿集の90～91ページにおいて、シリコン基板上に多結晶ダイヤモンド結晶を形成した後、楕形電極および酸化亜鉛層を形成することによる表面弾性波素子の製造が記載されている。この記載によれば、この素子は、 $10000\text{m}/\text{sec}$ 以上の音速と十分に高い励振効率を有している。

## 【0003】

【発明が解決しようとする課題】しかしながら、上記従

来例で形成されるダイヤモンド多結晶膜は、表面の凹凸のため研磨が必要である。また、通常の条件で形成されたダイヤモンド多結晶膜は、膜中にアモルファス炭素およびグラファイト構造を有する炭素を含有しやすく、それが絶縁性劣化の原因となる。

【0004】本発明は、このような従来法の問題点を解決し、研磨工程を必要としない程度に表面の平坦性が良好で、かつ音速および励振効率がさらに向上したダイヤモンド結晶膜を形成するために、鋭意検討した結果なされたものである。

## 【0005】

【課題を解決するための手段】本発明は、ダイヤモンド結晶層上に圧電体として酸化亜鉛を有する表面弾性波素子において、ダイヤモンド結晶層が、少なくとも形成初期に（a）基体面に垂直な方向の長さの基体面に平行な方向の長さに対する比の値が $1/4$ ないし $1/1000$ であり（b）結晶上面が該基体面と $0$ ないし $10$ 度の角度をなして実質的に該基体面に平行である平板ダイヤモンド結晶の合体した形態の結晶層であることを特徴とする表面弾性波素子およびその製造法を提供する。

## 【0006】

【作用】本発明の表面弾性波素子の模式的断面図を図1に示す。図中、1は基体、2は平板ダイヤモンド結晶が成長合体して形成されたダイヤモンド膜、3は楕形電極、4は酸化亜鉛層である。

【0007】図2は、本発明で言う平板ダイヤモンド結晶の断面の模式図であり、また図3は、従来の粒子状ダイヤモンド結晶の断面の模式図である。図2中、21は基体で、その上面に本発明の平板ダイヤモンド結晶22が形成されている。ここで、平板ダイヤモンド結晶22では、基体面に垂直な方向の長さ（高さ） $h$ と基体面に平行な方向の長さ（横幅） $L$ の比の値（ $h/L$ ）が $1/4$ 以下、一般的には $1/4.5$ 以下、好ましくは $1/5 \sim 1/1000$ である。また、結晶上面22aは〈111〉面であり、その面が基体面21aとなす角 $\theta$ は $0 \sim 10$ 度であり、両者は実質的に平行である。

【0008】それに対して図3の従来法によって形成される粒子状ダイヤモンド結晶32の場合、 $h/L$ の値は $1/3$ 以上、一般的には $1/2$ 以上となり、 $\theta$ は一般的にはランダムとなる。

【0009】平板ダイヤモンド結晶の形成は、CVD法、燃焼法などの高品質のダイヤモンド結晶を形成する方法によってのみ可能である。CVD法には、熱フィラメントCVD法、マイクロ波CVD法、有磁場マイクロ波CVD法、直流プラズマCVD法、RFプラズマCVD法などがある。CVD法に用いる原料ガス中の炭素源ガスとしては、メタン、エタン、エチレン、アセチレンなどの炭化水素ガス、アルコール、アセトンなどの常温で液体の有機化合物、一酸化炭素またはハロゲン化炭素などを用いることができる。さらに、適宜、水素、酸

素、塩素、フッ素原子を含むガスを添加することもできる。

【0010】(1) CVD法による平板ダイヤモンド結晶の形成

原料ガスは、組成式中に少なくとも水素、炭素および酸素を含んでいることが必要で、1つの原料ガスの組成式中にこれらの元素が全て含まれていてもよく、あるいはこれらのいずれかの元素を組成式中に含むガスを複数組み合わせてもよい。この場合、その原料ガス中の炭素源濃度は10%以下とする必要がある。ここで言う炭素源濃度は、(炭素源ガス流量)×(炭素源ガス組成式中の炭素原子数)/(全原料ガス流量)×100の計算式で得られる。炭素源ガス中の炭素原子数は、たとえばメタン( $\text{CH}_4$ )なら1、プロパン( $\text{C}_3\text{H}_8$ )なら3、アセトン( $\text{CH}_3\text{COCH}_3$ )なら3となる。この炭素源濃度を10%以下とする理由は、ダイヤモンド結晶の過飽和度を抑え、アモルファス炭素の成長を抑制するためである。炭素源濃度に対する下限は特にないが、0.01%以下ではダイヤモンド結晶の実用的な形成速度が得られない場合がある。

【0011】さらに、CVD法においては、原料ガス中の酸素原子数と炭素原子数の比( $\text{O}/\text{C}$ )を $0.5 \leq \text{O}/\text{C} \leq 1.2$ 、望ましくは $0.7 \leq \text{O}/\text{C} \leq 1.1$ とする。0.5未満では酸素添加の効果がなく、平板ダイヤモンド結晶の生成が見られない。また1.2を越えると酸素のエッチング効果で実用上使用可能なダイヤモンド形成速度を得ることができない。上記 $\text{O}/\text{C}$ 値を調節するには、例えば、 $\text{O}_2$ 、 $\text{H}_2\text{O}$ 、 $\text{N}_2\text{O}$ などの酸素添加ガスを原料ガス中に添加することができる。

【0012】また、アルコールなどの酸素含有有機化合物を炭素源として用いる場合は、 $\text{O}/\text{C}$ 値が比較的低い場合でも平板ダイヤモンド結晶の形成が可能である。例えば、原料ガスとして水素およびエタノール( $\text{C}_2\text{H}_5\text{OH}$ )を用いた場合、 $\text{O}/\text{C} = 0.5$ で良質の平板ダイヤモンド結晶を形成することができる。この理由の詳細は不明であるが、酸素含有化合物は、酸素の活性種( $\text{OH}$ ラジカル)を発生しやすいためであると考えられる。

【0013】本発明の平板ダイヤモンド結晶は、比較的核発生密度が小さい場合に形成される。例えば、プラズマCVD法、フィラメントCVD法などのCVD法により結晶形成する場合、核発生密度が $2 \times 10^6$ 個/ $\text{mm}^2$ 以下の場合のみ、平板ダイヤモンド結晶が形成される。この理由の詳細は不明であるが、高さ方向の結晶成長を抑制するために十分な量のエッチングガス(水素ラジカルまたは $\text{OH}$ ラジカル)が必要であり、また横方向の成長を促進させるため、側面にも十分な量のダイヤモンド形成に参与する活性種( $\text{CH}_3$ ラジカル種など)が到達することが必要であるためと考えられる。

【0014】また、基体温度を400~900℃とすることにより、{111}面を上面とする平板ダイヤモンド

ド結晶が形成される。

【0015】(2) 燃焼炎法による配向成長ダイヤモンド結晶の形成

燃焼炎法では、酸素-アセチレン炎を用いるが、その主たる原料ガス中の酸素とアセチレンとのモル比の値は、 $0.9 \leq \text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2 \leq 1.0$ となるように、好ましくは、 $0.95 \leq \text{O}_2/\text{C}_2\text{H}_2 \leq 0.99$ とすることで、再現性よく、比較的高い成長速度(数十 $\mu\text{m}/\text{hr}$ ; 横方向の成長速度)で配向成長ダイヤモンドを形成することができる。

【0016】燃焼炎法の場合、ダイヤモンド結晶の核発生密度は $1 \times 10^5$ 個/ $\text{mm}^2$ 以下、好ましくは $1 \times 10^2 \sim 1 \times 10^5$ 個/ $\text{mm}^2$ とする。燃焼炎法において、CVD法の場合に比べて核発生密度をこのように低くする必要があるのは、燃焼炎法では熱フィラメントCVD法あるいはマイクロ波CVD法に比べて平板ダイヤモンド結晶の横方向の成長速度が10倍以上大きい(数十 $\mu\text{m}/\text{hr}$ )ためである。

【0017】換言すれば、平板ダイヤモンド結晶を得るためには、各結晶間の間隔を十分に大きくする必要がありということである。必要な間隔は形成条件によって異なり得るため一概に言えないが、形成する平板ダイヤモンド結晶の間隔程度である(横幅が10 $\mu\text{m}$ であれば10 $\mu\text{m}$ 間隔とする)。

【0018】また、基体温度を400~900℃、好適には500~750℃、さらに好適には600~700℃とすることにより、上面が3角形あるいは6角形のモルフォロジーを有する{111}面よりなる平板ダイヤモンド結晶が形成される。

【0019】上記平板ダイヤモンド結晶は、単結晶あるいは平板中に双晶面が形成された双晶結晶であるが、平板ダイヤモンド結晶には、上面に平行に双晶面が形成されているものが多い。これは、双晶面の形成により凹入角が形成され、凹入角効果と呼ばれる効果により、凹入角のある方向に結晶の成長が促進されやすく、形成されるダイヤモンド結晶が平板形となるためであると考えられる。なお、上面に平行に形成される双晶面は1つとは限らず、2個以上の場合もある。

【0020】さらに、本発明の平板ダイヤモンド結晶を成長、合体および膜状成長させてダイヤモンド結晶膜を形成することができる。このような平板ダイヤモンド結晶から形成されたダイヤモンド結晶膜は、ダイヤモンド粒子同士の高さが比較的揃った平板ダイヤモンドが結晶が成長合体してきたものであることから、膜の凹凸が小さく、例えば最大表面粗さが100nm以下の平滑性の高い膜である。

【0021】本発明のダイヤモンド結晶を形成する際の基板には、(1)シリコン、ゲルマニウム、GaAs、InPなどの半導体基板、(2)アルミナ、ジルコニアのような酸化物系セラミックス、(3)炭化珪素、窒化

5

珪素、炭化チタン、窒化チタン、炭化タンバステンなどの炭化物、窒化物系セラミックスなどを用いることができる。

【0022】平板ダイヤモンド結晶は、例えば本発明者らの特開平2-30697号公報に基づくダイヤモンド結晶の選択堆積法により、所望の部位のみに形成することができる。

【0023】さらに、この公報の記載に基づいて、核発生サイトを $10\mu\text{m}^2$ 以下と十分に小さくすることにより、単一核よりなるダイヤモンド結晶を形成することもできる。ただし、燃焼法において単一核よりなるダイヤモンド結晶を形成する場合は、その他の方法より核発生密度が小さく、核発生サイトを $10\mu\text{m}^2$ とすると析出抜けを生じやすいため、核発生サイトを $100\mu\text{m}^2$ 以下 $10\mu\text{m}^2$ 以上、望ましくは $25\mu\text{m}^2\sim 80\mu\text{m}^2$ とする。

【0024】ダイヤモンドの選択堆積法は、上記特開平2-30697号公報の方法に限定されるものではないが、その公報に記載の方法によれば、基体表面に傷つけ処理を施した後、基体にパターン状マスクを形成し、エッチング処理を行い、次にマスクを除去することによって基体表面に傷つけ処理した部位をパターン状に形成する。なお、基体にパターン状にマスクを施し、次にマスクを除去することにより傷つけ処理部位をパターン状に形成することもできる。さらに、基体表面に傷つけ処理を施した後、耐熱性材料によるパターン状のマスクを行い、傷つけ処理した部位を基体表面にパターン状に形成することもできる。ダイヤモンド砥粒を用いる傷つけ処理の方法は、特定の方法に限定されるものではなく、例えばダイヤモンド砥粒を用いた研磨、超音波処理、サンドブラストなどの方法を挙げることができる。

【0025】基体上にダイヤモンド砥粒を用いて傷つけ処理した部位をパターン状に形成することによってダイヤモンド結晶の選択的堆積を行う方法の一例を、図4のA~Fの模式図に従って説明する。

【0026】まず、基体41の表面にダイヤモンド砥粒を用いて均一に傷つけ処理を施し(図4A)、この基体表面にマスク42を形成する(図4B)。このマスクの材料としてはどのようなものでも構わないが、例えばフォトリソグラフィ法(光描画法)を用いてパターン状に形成したレジストなどがある。次にマスク42を施した基体をエッチングすることにより、傷つけ処理した部位をパターン状に形成する(図4C)。

【0027】この場合、エッチングはドライエッチングとウエットエッチングのいずれでも良い。ウエットエッチングには、例えばフッ酸・硝酸混液によるエッチングなどをあげることができる。またドライエッチングには、プラズマエッチング、イオンビームエッチングなどを挙げることができる。プラズマエッチングのエッチングガスとしては、Ar、He、Neなどの希ガス、酸

6

素、フッ素、水素、 $\text{CF}_4$ などのガスも使用できる。エッチング深さは $10\text{nm}$ 以上、好ましくは $50\sim 1000\text{nm}$ 、最も好ましくは $80\sim 200\text{nm}$ 程度である。

【0028】次に、マスク42を除去し(図4D)、気相合成法を用いて平板ダイヤモンドを形成すると、傷つけ処理を施した部位のみに選択的に平板ダイヤモンド結晶43が形成される(図4E)。さらに、この結晶を成長、合体及び膜状成長させることにより、表面の平坦性が良好なダイヤモンド結晶膜44が得られる(図4F)。

【0029】次に、上記のように形成されたダイヤモンド結晶の上に酸化亜鉛層を形成する。その形成方法としては、公知の真空蒸着法、スパッタ法、プラズマCVD法などがあるが、一般的には高周波スパッタ法あるいはマグネトロンスパッタ法などのスパッタ法が用いられる。また、形成する酸化亜鉛層はc軸に配向した結晶層であることが望ましい。

【0030】

【実施例】次に、本発明を実施例によって具体的に説明する。

【0031】＜実施例1＞図5に示す酸素-アセチレン炎バーナーによる燃焼法でダイヤモンド結晶の合成を行った。図中、51はバーナー、52は基体、53は内炎、54は外炎、55は基体ホルダーで、この基体ホルダーを水冷することにより基体を冷却する。基体には、シリコン単結晶基板(直径1インチ、厚さ $500\mu\text{m}$ 、{111}面)を用いた。

【0032】ガス流量はアセチレン:1.5リットル/分、酸素:1.4リットル/分とし、基板温度は $700^\circ\text{C}$ 、合成時間は4時間とした。このようにして得られたダイヤモンド結晶は、膜厚約 $20\mu\text{m}$ の平坦性の良好なダイヤモンド多結晶膜であった。

【0033】なお、合成時間を1時間とする以外は上記と同様の条件にてサンプルを合成し、その観察を行ったところ、六角形の{111}面が基板に対して平行に配向した平均粒子径約 $15\mu\text{m}$ の平板ダイヤモンド粒子であった。

【0034】このダイヤモンド膜上に所定のパターンの櫛形電極(アルミ電極)を形成し、さらに公知の高周波マグネトロンスパッタ法により、酸化亜鉛層を形成することによって表面弾性波素子を作成した。この素子の周波数特性を測定したところ、1次モード波の中心周波数は約 $2\text{GHz}$ で、伝搬速度は $12000\text{m/sec}$ であった。

【0035】＜比較例1＞原料ガスの酸素流量を1.3リットル/分とし、基板温度を $950^\circ\text{C}$ とする以外は実施例1と同様に、ダイヤモンド結晶を形成した。得られたダイヤモンド膜は凹凸の大きい多結晶膜であった。

なお、合成時間を1時間とする以外はこれと同様の条件で合成した結晶サンプルの観察を行ったところ、ランダ

ムな方向に成長した平均粒子径 $25\mu\text{m}$ の粒子状ダイヤモンド結晶であった。

【0036】このダイヤモンド膜の表面を、櫛形電極が形成可能な程度に平滑化するために、ダイヤモンド砥粒を用いた機械的研磨法で研磨加工した。この研磨したダイヤモンド膜上に、所定のパターンの櫛形電極（アルミ電極）を形成し、さらに公知の高周波マグネトロンスパッタ法により酸化亜鉛層を形成することによって表面弾性素子を製造した。

【0037】この素子の周波数特性を測定したところ、1次モード波の中心周波数は約 $2\text{GHz}$ で、伝搬速度は $9000\text{m/sec}$ であった。

【0038】＜実施例2＞図6に示された水素-エチルアルコールを原料ガスとする熱フィラメントCVD法によってダイヤモンド結晶の合成を行った。図中、61は石英反応管、62は電気炉、63はタンタル製フィラメント、64は基体、65は原料ガス導入口で、不図示のガスボンベおよびアルコール気化装置、流量調整器、バルブなどが接続されている。66はガス排気口で、不図示の圧力調整用バルブおよび排気系（メカニカルブースターポンプにロータリーポンプが接続されたもの）が接続されている。

【0039】基体64としては、実施例1同様のシリコン単結晶 $\{111\}$ 面基体を用いた。合成条件としては、原料ガスおよび流量が水素： $200\text{ml/min}$ 、エチルアルコール： $4\text{ml/min}$ で、フィラメント温度： $2000^\circ\text{C}$ 、基体温度： $650^\circ\text{C}$ 、圧力： $1.3\times 10^4\text{Pa}$ 、合成時間： $12$ 時間であった。このようにして得られたダイヤモンド結晶は、膜厚 $20\mu\text{m}$ の平坦性の良好なダイヤモンド多結晶膜であった。

【0040】なお、合成時間を3時間とする以外は上記と同様の条件にてサンプルを合成し、その観察を行ったところ、六角形の $\{111\}$ 面が基板に対して平行に配向した平均粒子径約 $15\mu\text{m}$ の平板ダイヤモンド粒子であった。

【0041】このダイヤモンド膜上に所定のパターンの櫛形電極を形成し、さらに公知の高周波マグネトロンスパッタ法により、酸化亜鉛層を形成した。この素子の周波数特性を測定したところ、1次モード波の中心周波数は約 $2\text{GHz}$ で、伝搬速度は $12500\text{m/sec}$ であった。

【0042】＜実施例3＞本実施例では、選択堆積法によって、平板ダイヤモンド結晶の合成を所定の部位に限定した。基体としては、実施例1同様のシリコン単結晶基板を用いた。

【0043】まず、この基板をダイヤモンド粒子が分散されたエタノール中に入れ、超音波洗浄器を用いて超音波振動を印加して傷つけ処理を施した。次いで、マスクアライナーを用いて、基体上にレジストパターン（PMA系レジスト）を、 $2\mu\text{m}$ 径および $40\mu\text{m}$ ピッチで

形成した。さらにこの基体をアルゴンイオンビームエッチング装置に入れ、アルゴンガスを用いてエッチングした。なお、その際のエッチング条件は、圧力 $10^{-2}\text{Pa}$ 、加速電圧： $500\text{V}$ 、処理時間： $10$ 分間であった。この処理で約 $100\text{nm}$ のエッチングがなされた。

【0044】次いで、有機溶媒を用いてレジストの除去および洗浄を行なった後、基体を公知のマイクロ波プラズマCVD装置に設置し、ダイヤモンド形成を行った。

【0045】ダイヤモンド結晶の合成条件としては、原料ガスおよび流量は水素： $100\text{ml/min}$ 、一酸化炭素： $5\text{ml/min}$ で、マイクロ波出力： $500\text{W}$ 、基体温度： $630^\circ\text{C}$ 、圧力： $6.65\times 10^3\text{Pa}$ 、合成時間： $12$ 時間とした。この時得られたダイヤモンド結晶を走査型電子顕微鏡観察したところ、厚さ $20\mu\text{m}$ の平坦性の良好なダイヤモンド多結晶膜であった。なお、合成時間を2時間とする以外は同様な合成条件でサンプルを形成したところ、六角形の $\{111\}$ 面が基板に対して平行に配向成長した平均粒子径約 $15\mu\text{m}$ の平板ダイヤモンド粒子がマスク形成部に選択的に形成されていた。

【0046】このダイヤモンド膜上に所定のパターンの櫛形電極を形成し、さらに公知の高周波マグネトロンスパッタ法により酸化亜鉛層を形成した。この素子の周波数特性を測定したところ、1次モード波の中心周波数は約 $2\text{GHz}$ で、伝搬速度は $13000\text{m/sec}$ であった。

【0047】

【発明の効果】平板ダイヤモンド結晶が成長合体したダイヤモンド結晶膜上に圧電体を形成して表面弾性波素子を製造することにより、ダイヤモンド膜の研磨工程が不要となり、表面伝搬速度の良好な、高周波、特に $\text{GHz}$ 帯の装置・回路用に優れた特性を有する表面弾性波素子を得ることができる。

【図面の簡単な説明】

【図1】本発明の表面弾性波素子の模式的断面図である。

【図2】本発明の平板ダイヤモンド結晶の1例の模式的断面図である。

【図3】従来法で形成される粒子状ダイヤモンド結晶の模式的断面図である。

【図4】選択堆積法による本発明のダイヤモンド膜形成の手順を示す図であり、Aは、傷つけ処理を施した基体、Bは、Aの基体にパターン状マスクを施したもの、Cは、Bの基体をエッチングしたもの、Dは、Cの基体のマスクを除去したもの、Eは、Dの基体上に平板ダイヤモンド結晶を選択的に堆積させたもの、Fは、Eの結晶が成長、合体して多結晶膜となったもの、の図である。

【図5】燃焼法によるダイヤモンド結晶形成時の形成部付近の模式的断面図である。



【図6】熱フィラメント式CVD装置の模式的断面図である。

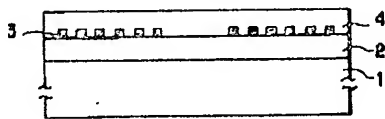
【符号の説明】

- 1, 21, 31, 41, 52, 64 基体  
 2, 44 ダイヤモンド結晶膜  
 3 棒型電極  
 4 酸化亜鉛層  
 22, 43 平板ダイヤモンド結晶  
 32 粒子状ダイヤモンド結晶  
 42 マスク

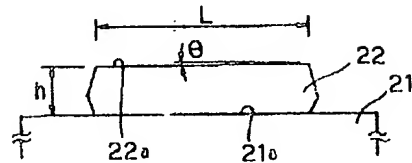
- 51 バーナー  
 53 内炎  
 54 外炎  
 55 基体ホルダー  
 61 石英反応管  
 62 電気炉  
 63 フィラメント  
 65 原料ガス導入口  
 66 ガス排気口

10

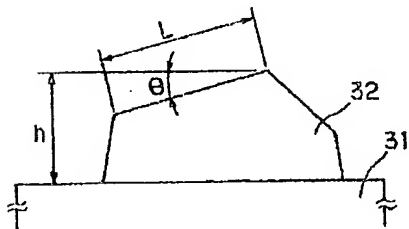
【図1】



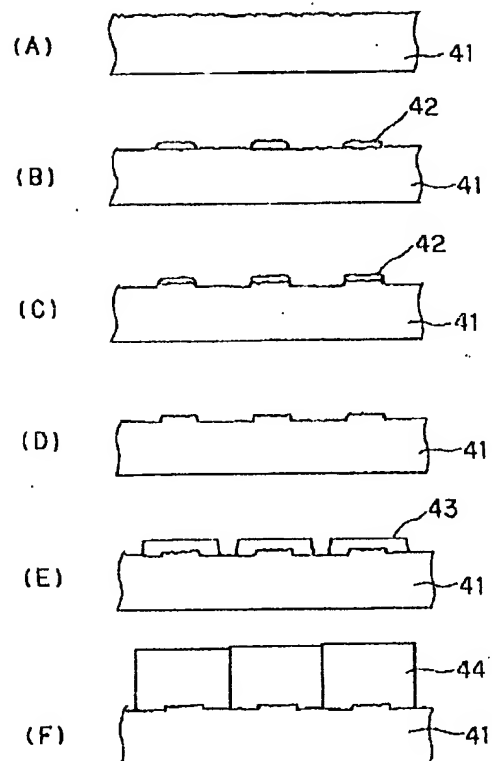
【図2】



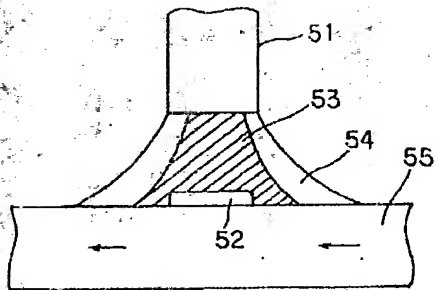
【図3】



【図4】



【図5】



【図6】

